СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-01

**MINERAL NUTRITION AND PRODUCTIVITY OF CUCUMBER HYBRIDS
IN CULTIVATION IN THE OPEN GROUND UNDER DRIP IRRIGATION****A.S. Ovchinnikov, M.A. Akulinina, D.A. Nazarova***Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia*

Received 28.10.2020

Submitted 02.12.2020

Summary

The work is devoted to increasing the efficiency of cultivation of cucumber in the open field by managing water and mineral nutrition of crops with drip irrigation to obtain 80 t / ha of standard fruits. The efficiency of the inclusion of drip irrigation and fertigation of crops in the technological process of cultivation of promising cucumber hybrids Masha F1, Merenga F1, German F1 has been proven to obtain the planned harvest of cucumber.

Abstract

Introduction. The development of domestic technologies aimed at increasing productivity and reducing the cost of cucumber production is very important for modern agricultural production. Effective technological solutions are possible only with the use of new irrigation technologies, including drip irrigation. This will make it possible to make the fullest use of not only the natural resource potential of the region, but also new varieties and hybrids of cucumber with economical resource conservation. The working hypothesis of the research is the assumption of the possibility of increasing the productivity of cucumber crops when irrigated by the drip method due to fertigation of crops and control of the water regime of the soil. The research program is based on the assessment of the water and mineral nutrition of promising cucumber hybrids when cultivated in the open field. The purpose of the research is to increase the efficiency of cultivation of cucumber in the open field by managing water and mineral nutrition of crops with drip irrigation to obtain 80 t / ha of standard fruits. **Object.** The object of research was cucumber hybrids Masha F1, Merenga F1, German F1. **Materials and methods.** The experimental fields are located in the Peasant farm «Vybornov V.D.» in the Leninsky district of the Volgograd region). A 3-factor field experiment was laid down. The experimental scheme for factor A (soil water regime) included the following cucumber irrigation options: A1 - water supply to the moistened calculated soil layer 70% HB; A2 - water supply of the moistened calculated soil layer 80% HB; A3 - water supply of the moistened calculated soil layer 90% HB. Carrying out drip irrigation allows you to control the water regime of the soil from sowing to the flowering phase of plants in the soil layer of 0.3 m, then the depth of moisture increases to 0.5 m. The experimental scheme for regulating the mineral nutrition of plants (factor B) included 3 fertilizer application dose options: B1 - application of $N_{85}P_{50}K_{30}$, which ensures the formation of cucumber fruits 40 t / ha; B2 - $N_{125}P_{70}K_{50}$, to obtain 60 t / ha; B3 - $N_{165}P_{90}K_{70}$, to produce cucumber fruits 80 t / ha. Factor C provided for the assessment of promising cucumber hybrids of early ripening: C1 –Masha F1; C2 –Merengue F1; C3 - Herman F1. Hybrids have high potential, are highly resistant to diseases and high ambient temperatures. The studies were carried out according to generally accepted methods (Dospikhov B.A., 1986; Litvinov S.S., 2011, Filin V.I., 1994, Borisov V.A., 2016)). The drip irrigation system is built on the farm on a modular basis and includes the following components: main and distribution pipelines, devices for supplying fertilizers to the irrigation network, irrigation pipelines with droppers with a flow rate of 1.6 l / h, a water meter, sensors, an irrigation control center. The system is equipped with a hydrocyclone, since water is supplied from an open reservoir by a diesel pumping station. The soils are medium loamy, poor in humus content, the amount of which does not exceed 2.3%, easily hydrolyzable nitrogen is not more than 39 mg / kg of dry soil, and mobile phosphorus is within 35.6 mg / kg of dry soil. The soil is sufficiently provided with exchangeable potassium, 331.3 mg / kg of dry soil. The reaction of the soil environment is close to neutral. **Results and Conclusions.** The inclusion of drip irrigation and fertigation in the technological process of cultivation of the studied cucumber hybrids Masha F1, Merenga F1, German F1 ensures the planned harvests. The best performance was observed when growing a hybrid of cucumber Masha F1. The regulation of the nutritional regime of the soil by the introduction of $N_{165}P_{90}K_{70}$ and the water supply of crops at the level of 80% HB guarantees the receipt of 80 t / ha of marketable products of high quality, regardless of the developing dry growing seasons.

Key words: sown areas, drip irrigation, water, mineral nutrition, cucumber, growth, development, yield.

Citation. Ovchinnikov A.S., Akulinina M.A., Nazarova D.A. Mineral nutrition and productivity of cucumber hybrids in cultivation in the open ground under drip irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 4(60).14-27 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-01.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.8:635.63

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ОГУРЦА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

А. С. Овчинников, академик РАН,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М. А. Акулинина, кандидат сельскохозяйственных наук

Д. А. Назарова, аспирант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 28.10.2020

Дата принятия к печати 02.12.2020

Актуальность. Развитие отечественных технологий, направленных на повышение продуктивности и снижение себестоимости производства огурца весьма актуально для современного аграрного производства. Эффективные технологические решения возможны только с использованием новых технологий орошения, включая капельное орошение. Это позволит наиболее полно использовать не только природно-ресурсный потенциал региона, но и новые сорта, и гибриды огурца при экономном ресурсосбережении. Рабочей гипотезой исследований является предположение о возможности повышения продуктивности посевов огурца при поливе капельным способом за счет фертигации посевов и управления водным режимом почвы. Программа исследований построена на оценке водного и минерального питания перспективных гибридов огурца при возделывании в открытом грунте. Цель исследований - повышение эффективности возделывания огурца в открытом грунте за счет управления водным и минеральным питанием посевов при капельном орошении для получения 80 т/га стандартных плодов. **Объект.** Объектом исследований были гибриды огурца Маша F1, Меренга F1, Герман F1. **Материалы и методы.** Опытное поле расположено в КФХ «Выборнов В. Д.» в Ленинском районе Волгоградской области. Заложено 3-х факторный полевой опыт. Схема опыта по фактору А (водный режим почвы) включала варианты орошения огурца: А₁ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 70% НВ; А₂ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 80% НВ; А₃ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 90% НВ. Проведение капельного орошения позволяет направленно управлять водным режимом почвы от посева до фазы цветения растений в слое почвы 0,3 м, далее глубина увлажнения увеличивается до 0,5 м. Схема опыта по регулированию минерального питания растений (фактор В) включала 3 варианта доз внесения удобрений: В₁ – внесение N₈₅P₅₀K₃₀, что обеспечивает формирование плодов огурца 40 т/га; В₂ – N₁₂₅P₇₀K₅₀, для получения 60 т/га; В₃ – N₁₆₅P₉₀K₇₀, для получения плодов огурца 80 т/га. Фактор С предусматривал оценку перспективных гибридов огурца раннего срока созревания: С₁ – Маша F1; С₂ – Меренга F1; С₃ – Герман F1. Гибриды обладают высоким потенциалом, сильно устойчивы к болезням и высоким температурам окружающей среды. Исследования проведены по общепринятым методикам (Доспехов Б. А., 1986; Литвинов С. С., 2011, Филин В. И., 1994, Борисов В. А., 2016). Система капельного орошения построена в хозяйстве по модульному принципу и включает следующие комплектующие: магистральный и распределительный трубопроводы, устройства для подачи удобрений в поливную сеть, поливные трубопроводы с капельницами расходом 1,6 л/ч, водомерное устройство, датчики, центр управления поливами. Система оборудована гидроциклоном, так как вода подается из открытого водоема дизельной насосной станцией. Почвы среднесуглинистые, бедные по содержанию гумуса, количество которого не превышает 2,3%, легкогидролизуемого азота не более 39 мг/кг сухой почвы, а подвижного фосфора в пределах 35,6 мг/кг сухой почвы. Почва до-

статочна обеспечена, обменным калием, 331,3 мг/кг сухой почвы. Реакция почвенной среды близка к нейтральной. **Результаты и выводы.** Включение капельного орошения и фертигации в технологический процесс возделывания изучаемых гибридов огурца Маша F1, Меренга F1, Герман F1 обеспечивает получение планируемых урожаев. Наилучшие показатели отмечены при выращивании гибрида огурца Маша F1. Регулирование пищевого режима почвы внесением $N_{165}P_{90}K_{70}$ и водообеспечении посевов на уровне 80% НВ гарантирует получение 80 т/га товарной продукции высокого качества независимо от складывающихся засушливых периодов вегетации.

Ключевые слова: капельное орошение огурца, минеральное питание огурца, возделывание огурца, рост огурца, развитие огурца, урожайность огурца.

Цитирование. Овчинников А. С., Акулинина М. А., Назарова Д. А. Минеральное питание и продуктивность огурца при возделывании в открытом грунте в условиях капельного орошения *Известия НВ АУК*. 2020. 4(60).14-27. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-01.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В России огурец является одной из самых популярных и востребованных овощных культур, пользующейся неограниченным спросом в любое время. Замечательные вкусовые и диетические качества позволяют использовать огурцы, как в свежем, так и консервированном виде [5, 7, 14, 15].

В Россию огурец был завезен в X-XI веке, предположительно византийскими купцами. Большую популярность он получил уже на территории России и Украины в XVI-XVII веке [16].

Рисунок 1 – Площади посева огурцов в открытом грунте в хозяйствах на территории РФ, тыс.га

Diagram 1 –Sowing areas of cucumbers in open ground on farms in the territory of the Russian Federation, thousand ha

В XXI веке в стране наблюдается устойчивая тенденция к снижению объемов посевных площадей огурца [6, 11, 12, 13, 18, 21]. По данным экспертно-аналитического Центра агробизнеса в России [17], в 2019 году в личных подсобных хозяйствах насе-

ления посевами огурца открытого грунта было занято 37,4 тыс. га огурцов, что на 30,6 тыс. га меньше, чем в 2001 г. (рис.1). Посевные площади огурцов открытого грунта в крестьянско-фермерских хозяйствах сначала увеличивались (с 2003 г. до 2014 г.), затем к 2019 году снизились в 2 раза, по сравнению в 2014 г., что однако на 0,6 тыс.га больше, чем в 2001 году.

В 2019 году в общей структуре посевных площадей огурца открытого грунта в промышленном секторе России первое место занимал Южный федеральный округ (рис. 2). Общая площадь посевов по все федеральным округам в 2019 г. составила 3,77 тыс. га [17].

Рисунок 2 – Структура посевных площадей огурцов открытого грунта, выращиваемых в промышленном секторе по федеральным округам в 2019 г., %

Diagram 2 – Structure of acreage of open ground cucumbers grown in the industrial sector by federal districts in 2019, %

Рисунок 3 – Динамика валовых сборов огурцов открытого грунта в хозяйствах всех категорий на территории РФ, тыс. т

Diagram 3 – Dynamics of gross collections of open ground cucumbers in farms of all categories on the territory of the Russian Federation, thousand tons

По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи (табл.1) по объемам занимаемых площадей в хозяйствах всех категорий в Волгоградской области огурец открытого грунта занимал 5 место (1772 га). Отчасти это было вызвано коротким сроком хранения, по сравнению с такими овощными культурами как лук, морковь и капуста [10].

Таблица 1 – Основные овощные культуры Волгоградской области открытого грунта, га

Table 1 – The main vegetable crops of the Volgograd region of open ground, ha

№	Овощная культура / Vegetable culture	Хозяйства всех категорий / Farms of all categories	в том числе / including		
			сельскохозяйственные организации / agricultural organizations	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели / peasant (farming) households and individual entrepreneurs	хозяйства населения / households
1	Лук репчатый / (<i>Allium cepa</i>)	8407	3416	4248	742
2	Морковь / (<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>)	5274	1443	3363	468
3	Томаты / (<i>Solanum lycopersicum</i>)	4261	605	1038	2176
4	Капуста / (<i>Brassica oleracea</i>)	2414	479	934	1002
5	Огурцы / (<i>Cucumis sativus</i>)	1772	153	306	1314
6	Перец сладкий / (<i>Capsicum annuum</i>)	1749	114	759	686
7	Свекла столовая / (<i>Beta vulgaris</i>)	1073	273	434	366

Площадь под посевами огурца сегодня в области не превышает 0,40 тыс. га. В структуре валовых сборов на посевы огурца открытого грунта приходится около 17,7 тыс. т. Для увеличения производства огурца необходимо совершенствовать агротехнику его возделывания в сочетании с внедрением новых технологий полива, в первую очередь капельного орошения. Применение капельного орошения при интенсивных технологиях выращивания огурца способствует увеличению урожайности и улучшению качества получаемой продукции. Подача минеральных удобрений с поливной водой (фертигация) позволит оптимизировать питательный режим растений в разные фазы развития и роста, обеспечит рациональное использование удобрений [2-4, 19, 20, 22].

Материалы и методы. Исследования проведены на полях КФХ «Выборнов В. Д.» (Ленинский район Волгоградской области). Почвы опытного участка среднесуглинистые, бедные по содержанию гумуса, количество которого не превышает 2,3%, легкогидролизуемого азота не более 39 мг/кг сухой почвы, а подвижного фосфора в пределах 35,6 мг/кг сухой почвы. Почва достаточно обеспечена, обменным калием, 331,3 мг/кг сухой почвы. Реакция почвенной среды близка к нейтральной.

Заложен 3-х факторный полевой опыт. Схема опыта по фактору А (водный режим почвы) включала варианты орошения огурца: А₁ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 70% НВ; А₂ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 80% НВ; А₃ – водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы 90%

НВ. Проведение капельного орошения позволяет направленно управлять водным режимом почвы от посева до фазы цветения растений в слое почвы 0,3 м, далее глубина увлажнения увеличивается до 0,5 м.

Схема опыта по регулированию минерального питания растений (фактор В) включала 3 варианта доз внесения удобрений: В₁ – внесение N₈₅P₅₀K₃₀, что обеспечивает формирование плодов огурца 40 т/га; В₂ – N₁₂₅P₇₀K₅₀, для получения 60 т/га; В₃ – N₁₆₅P₉₀K₇₀, для получения плодов огурца 80 т/га.

Фактор С предусматривал оценку перспективных гибридов огурца раннего срока созревания: С₁ – Маша F1; С₂ – Меренга F1; С₃ – Герман F1. Гибриды обладают высоким потенциалом, сильно устойчивы к болезням и высоким температурам окружающей среды.

Исследования проведены по общепринятым методикам (Доспехов Б. А, 1986; Литвинов С. С., 2011, Филин В. И., 1994, Борисов В. А., 2016). При расчете доз минеральных удобрений использовали метод элементарного баланса. Почвы среднесуглинистые, бедные по содержанию гумуса, количество которого не превышает 2,3%, легкогидролизуемого азота не более 39 мг/кг сухой почвы, а подвижного фосфора в пределах 35,6 мг/кг сухой почвы. Почва достаточно обеспечена, обменным калием, 331,3 мг/кг сухой почвы. Реакция почвенной среды близка к нейтральной. Данные почвенного анализа, сведения о предшественнике и количество выноса питательных веществ 1 т стандартной продукции (: азота – 3 кг, фосфора 1,2 кг и калия 3,2 кг) позволили нам обосновать дозы минерального питания изучаемой культуры.

Система капельного орошения построена в хозяйстве по модульному принципу и включает следующие комплектующие: магистральный и распределительный трубопроводы, устройства для подачи удобрений в поливную сеть, поливные трубопроводы с капельницами расходом 1,6 л/ч, водомерное устройство, датчики, центр управления поливами. Система оборудована гидроциклоном, так как вода подается из открытого водоема дизельной насосной станцией [1, 5].

Результаты и обсуждение. Исследования проводились в различные по погодным условиям годы. По влагообеспеченности вегетационные периоды огурца характеризовались следующим образом: 2011 и 2014 гг. - очень сухие, 2012 и 2015 гг. - сухие, 2013 г. – засушливый. Сумма температур воздуха за период май-август изменялась от 2912 °С в 2011 году до 2693,8 °С в 2015 году (рис.4). Сумма осадков за аналогичный период изменялась от 59,4 мм в 2011 году до 129 мм в 2015 году (рис. 5).

Рисунок 4 – Показатели суммы температур воздуха за период вегетации огурца, °С, 2011-2015 гг.

Diagram 4 – Indicators of the sum of air temperatures for the growing season of cucumber, °С, 2011-2015

Рисунок 5–Количество выпавших осадков в период вегетации огурца, мм

Diagram 5 –Amount of precipitation during the growing season of cucumber, mm

Анализ погодных условий по температуре воздуха показывает, что исследования на посевах огурца проводились в условиях повышенных температур в сравнении с многолетними показателями. В период интенсивного плодоношения температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 1,0-1,5⁰ С (рис. 6).

Рисунок 6 – Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период огурца в годы проведения исследований, °С

Diagram 6 – Average daily air temperature for the growing season of a cucumber during the years of research, °C

После уборки предшествующей культуры (лук) проводили лущение стерни, вспашку с оборотом пласта, культивацию с боронованием, весной фрезерование почвы. Для посева семян по вариантам опыта применяли только сеялку точного высева марки Gaspardo. Схема посева 1,4 x 0,25 м.

Удобрения вносили в два этапа (таблица 2): основное внесение ив подкормки с поливной водой (фертигация).

Таблица 2 –Сроки минерального питания огурца и удельный вес элементов, %

Table 2 – Terms of mineral nutrition of cucumber and specific gravity of elements,%

Сроки минерального питания посевов / Terms of mineral nutrition of crops	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Осенью под вспашку / In autumn for plowing	30	50	50
По периодам вегетации / By growing seasons:			
Посев-цветение /Sowing-flowering	15	25	15
Цветение-завязывание плодов / Flowering-fruitsetting	30	25	25
Рост плодов – первый сбор / Fruit growth - first harvest	30	25	35
Первый сбор –Плодоношение / First collection - Fruiting	25	25	25

При внесении удобрений учитывали генетически обусловленную потребность огурца в фосфоре и калии в процессе формирования урожая. Огурец усиленно потребляет элементы питания в фазы цветения и образования плодов. В первый период роста растения огурца больше используют азота и фосфора, чем калия, а во второй половине им требуется умеренное азотное питание [7, 11, 15].

Осенью под обработку почвы вносили аммиачную селитру, нитроаммофос, моноаммонийфосфат. Способ внесения ленточный зону будущих рядов огурца (рисунок 7).

При разработке модели фертигации огурца [12, 14] учитывали высокую корреляцию между нарастанием вегетативной массы и количеством потребляемых элементов питания растениями в течение вегетационного периода. Предпосевной и вегетационные поливы капельным способом проводили с учетом формирования водного режима почвы.

При совпадении графика орошения и фертигации подкормку осуществляли в конце оросительного полива. Для фертигации посевов использовали только: аммиачную и калиевую селитру, моноаммонийфосфат (рисунок 8).

Рисунок 7 – Количество и виды минеральных удобрений под посев огурца

Diagram 7 – The number and types of mineral fertilizers for sowing cucumbers

Примерное распределение дозы удобрений N₁₆₅P₉₀K₇₀ кг д.в./га по срокам внесения участке варианта В₃ представлено на рисунке 8.

Рисунок 8 – Распределение расчетной дозы удобрений по срокам внесения, $N_{165}P_{90}K_{70}$ кг д.в./га
 Diagram 8 – Distribution of the calculated dose of fertilizers by the timing of application, $N_{165}P_{90}K_{70}$ kg a.i. / ha

Система капельного орошения построена в хозяйстве по модульному принципу и включает следующие комплектующие: магистральный и распределительный трубопроводы, устройства для подачи удобрений в поливную сеть, поливные трубопроводы с капельницами расходом 1,6 л/ч, водомерное устройство, датчики, центр управления поливами. Система оборудована гидроциклоном, так как вода подается из открытого водоема дизельной насосной станцией.

Уборка урожая осуществлялась сборщиками в лежащем положении, с помощью платформы для сбора огурцов, прицепной к трактору. Ширина захвата одного крыла платформы – 9 м (рис. 9)

Рисунок 9 – Сбор урожая
 Diagram 9 – Harvesting

Во все годы исследований проводили предпосевной полив поливной нормой $100 \text{ м}^3/\text{га}$ для появления дружных всходов. Водообеспечение увлажняемого расчетного слоя почвы по вариантам режима орошения определялось поливными нормами с учетом водно-физических свойств, полосы увлажнения. Для управления водным режимом почвы и поддержания влажности на уровне 70% НВ поливная норма составляла $190 \text{ м}^3/\text{га}$, 80% НВ – $115 \text{ м}^3/\text{га}$, 90 % НВ – $50 \text{ м}^3/\text{га}$. Количество поливов изменялось от 22 до 70. Расход

оросительной воды при водном режиме 80% НВ в зависимости от погодных условий вегетационного периода, степени засушливости изменялся в пределах 3100-3300 м³/га при 70% НВ, при 80% НВ 2780-3400 м³/га, а при 90% НВ в пределах 3260-4450 м³/га.

Как показали наши исследования, устойчивость продукционного процесса огурца в опытах обеспечивалась за счет управления водным режимом почвы проведением капельных поливов и внесения минеральных удобрений с поливной водой.

Таблица 3 – Урожайность посевов огурца (2011-2015 гг.)

Table 3 – Productivity of cucumber crops (2011-2015)

Уровень Предполивной влажности почвы, % НВ / The level of pre-irrigation soil moisture,% НВ	Доза внесения минераль- ных удобрений, кгд.в. / га / The dose of mineral fertiliz- ers, kg a.i. / ha	Урожайность, т/га / Productivity, t / ha				
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015г.
гибрид Меренга F1						
70	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	30,6	38,6	32,0	33,2	32,7
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	56,3	56,4	54,6	57,5	56,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	70,1	72,2	72,3	74,4	71,4
80	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,2	39,1	34,5	41,6	39,6
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	61,6	58,8	56,9	64,3	62,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	76,5	80,1	78,8	77,8	84,1
90	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,0	39,5	37,5	43,3	37,5
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	62,7	60,9	56,0	63,1	59,1
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	74,3	78,4	77,2	78,0	80,6
НСР ₀₅ для фактора А		1,77	1,59	1,44	1,57	1,9
НСР ₀₅ для фактора В		1,77	1,59	1,44	1,57	1,9
НСР ₀₅ для частных средних		3,06	2,75	2,50	2,71	3,3
гибрид Маша F1						
70	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	32,3	39,6	34,2	35,0	34,1
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	57,7	58,5	56,4	57,0	57,8
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	69,5	70,6	71,1	73,8	70,6
80	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	36,3	40,8	36,2	43,6	41,4
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	63,5	59,3	57,0	66,2	65,7
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	77,5	82,3	80,5	81,4	85,6
90	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,8	40,9	38,4	44,2	39,0
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	62,6	61,1	57,8	64,7	60,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	76,4	79,7	79,0	79,5	82,6
НСР ₀₅ для фактораА		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62
НСР ₀₅ для фактораВ		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62
НСР ₀₅ для частных средних		3,05	2,56	2,64	2,65	2,80
гибрид Герман F1						
70	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	31,6	37,3	31,6	32,1	33,2
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	56,0	55,1	53,4	56,8	55,0
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	67,8	69,3	70,3	71,0	69,4
80	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,2	38,7	34,7	42,6	39,0
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	60,3	57,8	55,7	64,0	63,1
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	75,6	80,8	78,3	78,4	83,1
90	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	34,2	38,2	36,5	42,0	36,6
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	60,1	58,4	55,3	62,0	57,8
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	73,5	77,9	75,6	76,0	79,4
НСР ₀₅ для фактора А		1,83	1,43	1,54	1,65	1,61
НСР ₀₅ для фактора В		1,83	1,43	1,54	1,65	1,61
НСР ₀₅ для частных средних		3,17	2,47	2,66	2,86	2,78

Водообеспечение увлажняемого слоя почвы по вариантам водного режима и проведение фертигации посевов позволило направленно управлять продукционным процессом огурца, что обеспечило формирование площади посева в пределах 26,4 - 33,5 тыс. м²/га, продуктивность фотосинтеза 3,4 г/дм² сутки.

На опытном участке варианта 2, где водный режим почвы не опускался ниже 80% НВ в слое почвы 0,3 м до фазы начала цветения растений, а далее в слое почвы 0,5 м. площадь листовой поверхности формировалась на 7,6 тыс. м²/га больше в сравнении с первым вариантом. Индекс листовой поверхности у гибрида Маша F1 изменялся от 3,8 до 4,2, у гибрида Меренга F1 от 3,3 до 3,8, у гибрида Герман F1 от 3,4 до 3,7. Средняя продуктивность фотосинтеза была наибольшей у гибрида Маша F1 4,5 г/дм² сутки, у гибрида Меренга F1 4,1 г/дм² сутки, у гибрида Герман F1 3,6 г/дм² сутки. Следует отметить, что формирование 80 т/га плодов у гибрида Маша F1 гарантировано при минеральном питании N₁₆₅P₉₀K₇₀ и поддержании влажности почвы 80% НВ.

Данные по гибриду Меренга F1 подтверждают, что урожайность плодов огурца на уровне 80 т/га удалось получить только в 2012 и 2015 гг. из пяти лет наблюдений. Аналогичная закономерность установлена по гибриду Герман F1. Полученные данные по учету урожая огурца по вариантам опыта статистически достоверны и обосновывают правильность методического подхода к организации полевых исследований (табл. 3).

Включение капельного орошения в технологический процесс выращивания огурца и соблюдение сроков проведения фертигации посевов экономически обосновано. При урожайности огурца 80 т/га чистый дисконтированный доход и индекс доходности инвестиций наибольшие, и предварительно составляют 1123019 руб. и 4,78 соответственно.

Выводы. Включение капельного орошения в технологический процесс возделывания перспективных гибридов огурца Маша F1, Меренга F1, Герман F1 в сочетании с фертигацией посевов обеспечивает получение планируемых урожаев. Наилучшие показатели отмечены при выращивании гибрида огурца Маша F1. Регулирование пищевого режима почвы внесением N₁₆₅P₉₀K₇₀ и водообеспечении посевов на уровне 80% НВ гарантирует получение 80 т/га товарной продукции высокого качества независимо от складывающихся засушливых периодов вегетации.

Библиографический список

1. Анализ влияния новых средств и способов полива на процессы управления водораспределением (обзор) / В. И. Коржов, О. В. Сорокина, Т. В. Коржова, О. О. Матвиенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 4(32). С. 105-125.
2. Ахмедов А. Д. Управление водным режимом почвы при капельном орошении // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоградский ГАУ, 2017. Т. 2. С. 127-133.
3. Ахмедов А. Д., Джамалетдинова Е. Э. Особенности водосберегающей технологии полива овощных культур на юге России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4(36). С. 1-16.
4. Балакай Г. Т., Балакай Н. И. Методика расчета и корректировки сроков полива сельскохозяйственных культур. 2017. № 1(25). С. 32-49.
5. Бородычев В. В. Современные технологии капельного орошения овощных культур. Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2009. 241 с.
6. Дегтярева К. А., Тарасьянц С. А. Режимы орошения огурца при капельном орошении в условиях поймы Нижнего Дона // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 1 (12). С. 13-22.
7. Кузнецова Т. А. Удобрение огурца в Западной Сибири // Картофель и овощи. 2018. № 12. С. 11-12.

8. Новая система капельного орошения / Р. А. Бальбеков, В. В. Бородычев, А. М. Салдаев, А. В. Дементьев, Ю. В. Кузнецов // Мелиорация и водное хозяйство. 2003. № 4. С. 6.
9. Ольгаренко В. И., Бабичев А. Н., Монастырский В. А. Водный баланс и режим орошения овощных культур в условиях поймы Дона // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 2(34). С. 1-16.
10. Посевные площади сельскохозяйственных культур, площади многолетних насаждений и ягодных культур // Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Волгоградской области: В 6 т. / Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл. Волгоград: Волгоградстат, 2018. Т. 4. Кн. 1. 183 с.
11. Потребность овощных культур в минеральном питании при капельном орошении / В. В. Бородычев, А. И. Болдырь, В. М. Гуренко, О. М. Дмитриенко // Картофель и овощи. 2005. № 8. С. 27.
12. Ресурсосберегающая технология капельного орошения огурца / А. С. Овчинников, В. В. Бородычев, М. А. Акулинина, Е. В. Шенцева // Картофель и овощи. 2009. № 3. С. 23.
13. Сенчуков Г. А., Новикова И. А. Водопотребность сельскохозяйственных культур при капельном орошении // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 4(12).
14. Тютюма Н. В., Бондаренко А. Н., Костыренко О. В. Продуктивность гибридов огурцов при возделывании по ресурсосберегающей технологии в условиях капельного орошения // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. 2018. № 3(51). С. 1-12.
15. Филин В. И., Плещачев Ю. Н. Практическое руководство по фертигации овощных культур. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. 94 с.
16. Флоринова Экономия: В девяти книгах состоящая. Санкт-Петербург: тип. Имп. Акад. наук, 1760. <http://simlib.ru/handle/123456789/1045>
17. Экспертно-аналитический центр агробизнеса <https://ab-centre.ru/statonline/1?rubrics%5B%5D=posevnyeploschadi&markets%5B%5D=kartofel&countries%5B%5D=rossiya>
18. Abdalhi M. A. M., Cheng J. L., Feng S. Y., Yi G. Performance of drip irrigation and nitrogen fertilizer in irrigation water saving and nitrogen use efficiency for waxy maize (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) under solar greenhouse // Grassland Science. 2016. V. 62. № 3. P. 174-187.
19. Amer K. H., Midan S. A., Hatfield J. L. Effect of Deficit Irrigation and Fertilization on Cucumber // Agronomy Journal. 2009. V. 101. № 6. P. 1556-1564.
20. Beyaert R. R., Roy R. C., Coelho B. K. B. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency // Canadian Journal of Plant Science. 2007. V. 87. № 2. P. 355-363.
21. Rahil M. H., Qanadillo A. Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop // Agricultural Water Management. 2015. V. 148. P. 10-23.
22. Sahin U., Kuslu Y., Kiziloglu F. M. Response of cucumbers to different irrigation regimes applied through drip-irrigation system // Journal of Animal and Plant Sciences. 2015. V. 25. № 1. P. 198-200.
23. Yosria Kamal Khattab Corparanive between different parameters under automate drip irrigation for cucumber // Agricultural Engineering International. 2018. V. 20. N 4. P 26-32.

Conclusions. The inclusion of drip irrigation in the technological process of cultivation of promising cucumber hydrides Masha F1, Meringue F1, German F1 in combination with fertigation of crops ensures the planned yields. The best indicators were noted when growing a hybrid of cucumber masha fl. Regulation of the food regime of the soil by the introduction of n165p90k70 and the water supply of crops at the level of 80% HB guarantees the receipt of 80 t/ha of high-quality commercial products, regardless of the developing dry periods of vegetation.

References

1. Analiz vliyaniya novykh sredstv i sposobov poliva na processy upravleniya vodoraspredele-niem (obzor) / V. I. Korzhov, O. V. Sorokina, T. V. Korzhova, O. O. Matvienko // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2018. № 4(32). P. 105-125.

2. Ahmedov A. D. Upravlenie vodnym rezhimom pochvy pri kapel'nom oroshenii // }kologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodo-pol'zovaniya. Volgogradskij GAU, 2017. T. 2. P. 127-133.
3. Ahmedov A. D., Dzhamaletdinova E. }. Osobennosti vodosberegayuschej tehnologii poliva ovoschnyh kul'tur na yuge Rossii // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2019. № 4(36). P. 1-16.
4. Balakaj G. T., Balakaj N. I. Metodika rascheta i korrekcirovki srokov poliva sel'sko-hozyajstvennyh kul'tur. 2017. № 1(25). P. 32-49.
5. Borodychev V. V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur. Ko-lomna: FGUN VNII "Raduga", 2009. 241 p.
6. Degtyareva K. A., Taras'yanc S. A. Rezhimy orosheniya ogurca pri kapel'nom oroshenii v usloviyah pojmy Nizhnego Dona // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2013. № 1 (12). P. 13-22.
7. Kuznecova T. A. Udobrenie ogurca v Zapadnoj Sibiri // Kartofel' i ovoschi. 2018. № 12. P. 11-12.
8. Novaya sistema kapel'nogo orosheniya / R. A. Bal'bekov, V. V. Borodychev, A. M. Sal-daev, A. V. Dement'ev, Yu. V. Kuznecov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2003. № 4. P. 6.
9. Ol'garenko V. I., Babichev A. N., Monastyrskij V. A. Vodnyj balans i rezhim orosheniya ovoschnyh kul'tur v usloviyah pojmy Dona // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2019. № 2(34). P. 1-16.
10. Posevnye ploschadi sel'skohozyajstvennyh kul'tur, ploschadi mnogoletnih nasazhdenij i yagodnyh kul'tur // Itogi Vserossijskoj sel'skohozyajstvennoj perepisi 2016 goda po Volgogradskoj oblasti: V 6 t. / Terr. organ Fed. sluzhby gos. statistiki po Volgograd. obl. Volgograd: Volgogradstat, 2018. T. 4. Kn. 1. 183 p.
11. Potrebnost' ovoschnyh kul'tur v mineral'nom pitanii pri kapel'nom oroshenii / V. V. Bo-rodychiev, A. I. Boldyr', V. M. Gurenko, O. M. Dmitrienko // Karto-fel' i ovoschi. 2005. № 8. P. 27.
12. Resursosberegayuschaya tehnologiya kapel'nogo orosheniya ogurca / A. S. Ov-chinnikov, V. V. Borodychev, M. A. Akulinina, E. V. Shenceva // Kartofel' i ovoschi. 2009. № 3. P. 23.
13. Senchukov G. A., Novikova I. A. Vodopotrebnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri kapel'nom oroshenii // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melio-racii. 2013. № 4(12).
14. Tyutyuma N. V., Bondarenko A. N., Kostyrenko O. V. Produktivnost' gi-bridov ogurcov pri vzdelyvanii po resursosberegayuschej tehnologii v usloviyah kapel'nogo orosheniya // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. 2018. № 3(51). P. 1-12.
15. Filin V. I., Pleskachev Yu. N. Prakticheskoe rukovodstvo po fertigacii ovoschnyh kul'tur. Volgograd: FGBOU VO Volgogradskij GAU, 2017. 94 p.
16. Florinova }konomiya: V devyati knigah sostoyaschaya. Sankt-Peterburg: tip. Imp. Akad. nauk, 1760. <http://simlib.ru/handle/123456789/1045>
17. Jekspertno-analiticheskij centr agrobiznesa <https://ab-centre.ru/statonline/1?rubrics%5B%5D=posevnyeploschadi&markets%5B%5D=kartofel&countries%5B%5D=rossiya>
18. Abdalhi M. A. M., Cheng J. L., Feng S. Y., Yi G. Performance of drip irrigation and nitrogen fertilizer in irrigation water saving and nitrogen use efficiency for waxy maize (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) under solar greenhouse // Grassland Science. 2016. V. 62. № 3. P. 174-187.
19. Amer K. H., Midan S. A., Hatfield J. L. Effect of Deficit Irrigation and Fertilization on Cucumber // Agronomy Journal. 2009. V. 101. № 6. P. 1556-1564.
20. Beyaert R. R., Roy R. C., Coelho B. K. B. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency // Canadian Journal of Plant Science. 2007. V. 87. № 2. P. 355-363.
21. Rahil M. H., Qanadillo A. Effects of different irrigation regimes on yield and water use ef-ficiency of cucumber crop // Agricultural Water Management. 2015. V. 148. P. 10-23.
22. Sahin U., Kuslu Y., Kiziloglu F. M. Response of cucumbers to different irriga-tion re-gimes applied through drip-irrigation system // Journal of Animal and Plant Sciences. 2015. V. 25. № 1. P. 198-200.
23. Yosria Kamal Khattab Corparanive between different parameters under automate drip irri-gation for cucumber // Agricultural Engineering International. 2018. V. 20. N 4. P 26-32.

Authors Information

Ovchinnikov Alexey Semenovich - Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor, Head of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgo-grad, Universitetskiy prospect, 26). Doctor of Agricultural Sciences, Professor, phone 8 (8442) 41-17-84, e-mail volgau@volgau.com

Akulina Marina Aleksandrovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26, phone 89377048804.

Nazarova Daria Aleksandrovna, post-graduate student of the Department of Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use, Volgograd Agrarian University (40002, Russia, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26) phone 89270683923

Информация об авторах

Овчинников Алексей Семенович – академик РАН, научный руководитель ВолГАУ, заведующий кафедрой «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО «Волгоградский аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, тел. 8 (8442)41-17-84, e-mail: volgau@volgau.com

Акулинина Марина Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО «Волгоградский аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26), т.89377048804.

Назарова Дарья Александровна, аспирант кафедры «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование», ФГБОУ ВО «Волгоградский аграрный университет» (40002, Россия, Волгоград, проспект Университетский, 26) т. 89270683923